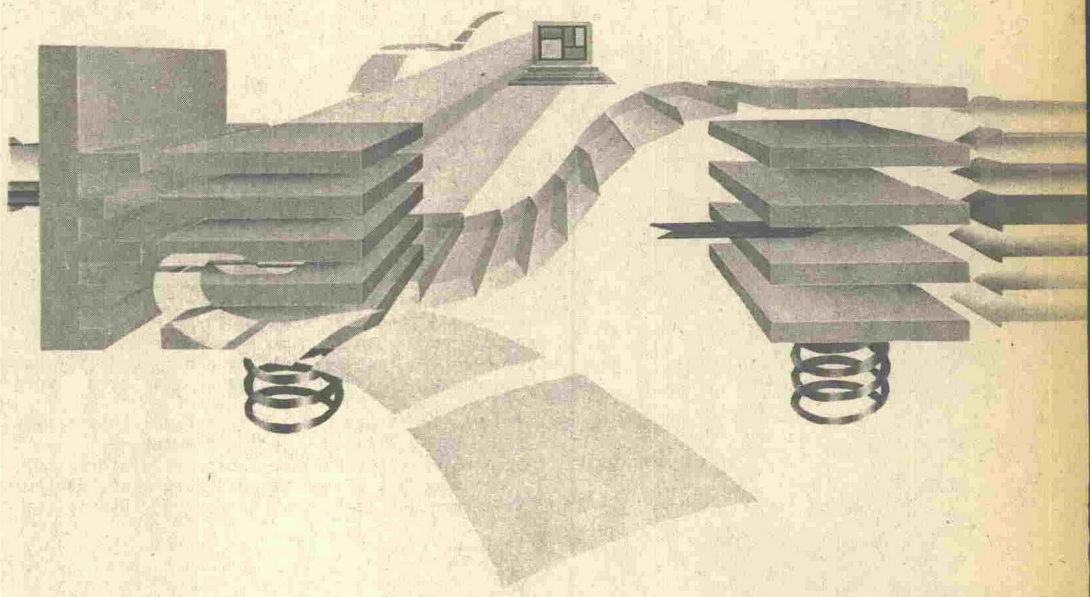
ซอฟต์แวร์

สมบัติ เตรียมแจ้งอรุณ

การนำหน่วยความจำเพิ่มขยายมาใช้



คนิคการใช้ประโยชน์จาก
่วยความจำ EMS
ยใช้ภาษาปาสคาล

นปัจจุบัน หน่วยความจำ 640 กิโลไบต์ ของ IBM PC ดูจะยเกินไป เนื่องมาจากการพัฒนาฟต์แวร์เป็นไปอย่างรวดเร็ว เช่น mmand shells, LAN shells, device vers และ Resident programs ล้วนงใช้พื้นที่หน่วยความจำทั้งสิ้น เป็นให้หน่วยความจำที่เหลือใช้น้อยลงอีก การใช้หน่วยความจำเพิ่มขยาย xpanded Memory (EMS)) เป็นทางแก้ปัญหาอันหนึ่ง ซึ่งมีแนวโน้มนำมาใช้กันมากขึ้น ในฉบับนี้ผู้เขียนเสนอวิธีการนำหน่วยความจำเพิ่มายมาใช้ในโปรแกรมของเรา ซึ่งต่อผู้เขียนขอเรียกหน่วยความจำเพิ่มายว่า EMS

EMS สามารถใช้ในไมโครคอมเตอร์ที่ใช้ CPU เบอร์ 8086, 8088, 286 และ 80386 ซึ่งต่างจากหน่วยามจำยืดขยาย (Extended Memory) ไม่สามารถใช้กับ CPU เบอร์ 8086 ะ 8088 ได้ ก่อนจะใช้ EMS จำเป็นงมีการ์ดเพิ่มหน่วยความจำ และฟต์แวร์ซึ่งสนับสนุนการใช้ EMS xpanded Memory Manager Driver MM))

การติดต่อกับ EMS จะกระทำยผ่าน Interrupt หมายเลข 67h โดยปรกติจะใช้ Registers ต่าง ๆ ดังนี้

- AH เป็นหมายเลขของ Function
- AL เป็นหมายเลขของ Subfunction (ถ้ามี)
- BX เป็นหมายเลขของ Pages
- DX เป็นหมายเลขของ Handle ซึ่ง EMM ใช้ในการเลือก Pages

หลักการทำงานของ EMS เป็น Bank Switching (ผู้อ่านสามารถดูรายละเอียดได้จากไมโครฯ 64) ในพื้นที่หน่วยความจำ 64 กิโลไบต์ (Page Frame) ซึ่งอยู่เหนือหน่วยความจำปรกติ 640 กิโลไบต์ใน EMM จะใช้ Pages 2 ชนิดคือ Physical Page และ Logical Page Physical Page จะอยู่ใน Page Frame ซึ่งตามปรกติจะประกอบด้วย 4 Physical Pages (0-3) โดยแต่ละ Physical Page จะมีขนาด 16 กิโลไบต์ ส่วน Logical Page จะอยู่ในการ์ด EMS ซึ่งไม่สามารถเรียกได้โดยตรง จำเป็นต้องเรียกผ่าน EMM

การใช้ EMS มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (ดูโปรแกรมในรูปที่ 1 ประกอบ)

1. ตรวจสอบว่า EMM ได้รับการติดตั้งแล้วหรือไม่ โดยตรวจสอบที่ Offset 10 ของค่าเซกเมนต์ที่อินเตอร์รัพต์เวคเตอร์หมายเลข 67h ชี้ หากพบข้อความว่า 'EMMXXXX0' ก็แสดงว่า EMM ได้รับการติดตั้งแล้ว

2. ตรวจสอบการให้บริการของ EMM โดยเรียก Procedure GetStatus

3. ตรวจสอบว่ามีหน่วยความจำ EMS เพียงพอกับความต้องการหรือไม่ โดยเรียก Procedure GetNumberOfPages

รูปที่ 1 โปรแกรมยูนิต EMS32 รวบรวมบริการของ EMS

```
Unit EMS32;
Interface
uses DOS;
Type
    HandleRec = Record
                  Handle,Pages : Word;
                end;
    HandleAr  = Array[1..256] of HandleRec;
Var
    EmmInstalled : Boolean;
    EmmMaxAvail,
    EmmTotal     : Word;
    EmmSeg       : Word;
    EmmVer       : Byte;

Function EmmError : Boolean;
Procedure ReportError;

(************LIM EMS 3.0 or later***********)
Procedure GetStatus;
Procedure GetPageframe (Var pageSeg : Word);
Procedure GetNumberOfPages (Var total, unAlloc : Word);
Procedure AllocateHandleAndPages (pages : Word; Var handle : Word);
Procedure MapPage (physPage, logPage, handle : Word);
Procedure ReleaseHandle (handle : Word);
Procedure GetVersion (Var version : Byte);
Procedure SavePageMap_30 (handle : Word);
Procedure RestorePageMap_30 (handle : Word);
Procedure GetHandleCount (Var num : Word);
Procedure GetHandlePages (handle : Word; Var pages : Word);
Procedure GetPagesForAllHandles (Var size : Word; Var ar : HandleAr);

(************LIM EMS 3.2 or later***********)
Procedure SavePageMap (point : Pointer);
Procedure RestorePageMap (point : Pointer);
Procedure Save_RestorePageMap (srcPoint, destPoint : Pointer);
Procedure GetSizePageMap (Var size : Byte);

Implementation

Var
  reg   : Registers;
  error : Byte;

Function EmmError : Boolean;
Begin
  EmmError := (error <> 0);
end;

Procedure ReportError;
Begin
  error := reg.AH;
  if (EmmError) Then
     Case (reg.AH) Of
      $80 : Writeln ('Internal EMM software error. Possible Memory Corruption');
      $81 : Writeln ('Problem in EMM hardware.');
      $82 : Writeln ('EMM busy.');
      $83 : Writeln ('Invalid handle.');
      $84 : Writeln ('No such function exists.');
      $85 : Writeln ('No more handles.');
      $86 : Writeln ('Error saving/restoring mapping context.');
      $87 : Writeln ('Physically not enough pages. No pages allocated.');
      $88 : Writeln ('Not enough available pages. No pages allocated.');
      $89 : Writeln ('Can not allocate 0 pages');
      $8A : Writeln ('Logical page is outside range of pages assigned to this handle.');
      $8B : Writeln ('Illegal physical page number (not [0..3]).');
      $8C : Writeln ('Page Mapping save area full.');
      $8D : Writeln ('Save area already contains context with this handle.');
      $8E : Writeln ('Save area does not contain context with this handle.');
      $8F : Writeln ('No such subfunction exists.');
     end;
end;

Procedure GetStatus;
Begin
  reg.AH := $40;
  Intr ($67, reg);
  ReportError;
end;

Procedure GetPageframe (Var pageSeg : Word);
Begin
```

รูปที่ 1 (ต่อ)

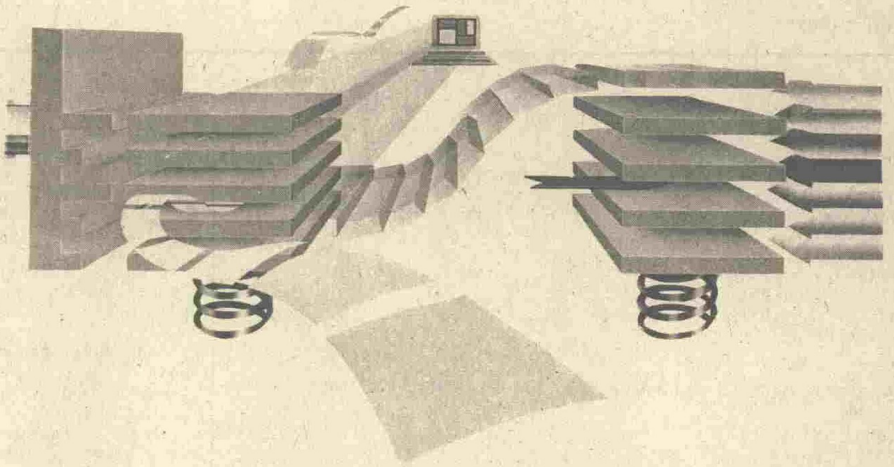
```
reg.AH := $41;
Intr ($67, reg);
pageSeg := reg.BX;
ReportError;
nd;

rocedure GetNumberOfPages (Var total, unAlloc : Word);
egin
 reg.AH := $42;
 Intr ($67, reg);
 unAlloc := reg.BX;
 total   := reg.DX;
 ReportError;
nd;

rocedure AllocateHandleAndPages (pages : Word; Var handle : Word);
egin
 reg.AH := $43;
 reg.BX := pages;
 Intr ($67, reg);
 handle := reg.DX;
 ReportError;
nd;

rocedure MapPage (physPage, logPage, handle : Word);
egin
 reg.AH := $44;
 reg.AL := physPage;
 reg.BX := logPage;
 reg.DX := handle;
 Intr ($67, reg);
 ReportError;
nd;

Procedure ReleaseHandle (handle : Word);
Begin
 reg.AH := $45;
 reg.DX := handle;
 Intr ($67, reg);
 ReportError;
end;

Procedure GetVersion (Var version : Byte);
Begin
  reg.AH := $46;
  Intr ($67, reg);
  version := reg.AL;
  ReportError;
end;

Procedure SavePageMap_30 (handle : Word);
Begin
  reg.AH := $47;
  reg.DX := handle;
  Intr ($67, reg);
  ReportError;
end;

Procedure RestorePageMap_30 (handle : Word);
Begin
  reg.AH := $48;
  reg.DX := handle;
  Intr ($67, reg);
  ReportError;
end;

Procedure GetHandleCount (Var num : Word);
Begin
  reg.AH := $4B;
  Intr ($67, reg);
  num := reg.BX;
  ReportError;
end;

Procedure GetHandlePages (handle : Word; Var pages : Word);
Begin
  reg.AH := $4C;
  reg.DX := handle;
  Intr ($67, reg);
  pages := reg.BX;
  ReportError;
end;

Procedure GetPagesForAllHandles (Var size : Word; Var ar : HandleAr);
Begin
  reg.AH := $4D;
  reg.ES := Seg (ar);
  reg.DI := Ofs (ar);
  Intr ($67, reg);
  size   := reg.BX;
  ReportError;
end;

Procedure SavePageMap (point : Pointer);
Begin
  reg.AH := $4E;
  reg.AL := $00;
  reg.ES := Seg (point^);
  reg.DI := Ofs (point^);
  Intr ($67, reg);
  ReportError;
end;

Procedure RestorePageMap (point : Pointer);
Begin
  reg.AH := $4E;
  reg.AL := $01;
  reg.DS := Seg (point^);
  reg.SI := Ofs (point^);
  Intr ($67, reg);
  ReportError;
end;

Procedure Save_RestorePageMap (srcPoint, destPoint : Pointer);
Begin
  reg.AH := $4E;
  reg.AL := $02;
  reg.DS := Seg (srcPoint^);
  reg.SI := Ofs (srcPoint^);
  reg.ES := Seg (destPoint^);
  reg.DI := Ofs (destPoint^);
  Intr ($67, reg);
  ReportError;
end;

Procedure GetSizePageMap (Var size : Byte);
Begin
  reg.AH := $4E;
  reg.AL := $03;
  Intr ($67, reg);
  size   := reg.AL;
  ReportError;
end;

Type
  arType = array[1..8] of Char;
Var
  p : ^arType;
Begin
  EmmInstalled := FALSE;
  GetIntVec ($67, Pointer (p));
  p := ptr (Seg (p^),$0A);
  If (p^ = 'EMM0000X') Then
  Begin
    GetStatus;
    If (Not EmmError) Then EmmInstalled := TRUE;

    GetNumberOfPages (EmmTotal, EmmMaxAvail);
    if (EmmError) then Halt;

    GetPageFrame (EmmSeg);
    if (EmmError) then Halt;

    GetVersion (EmmVer);
    if (EmmError) Then halt;
  end;
```

■

โปรแกรม EMS32.PAS ในรูปที่ 1 เป็น Unit ซึ่งรวบรวมการให้บริการของ EMM ซึ่งสรุปได้ดังนี้

Function EmmError และ Procedure ReportError

- รายงานข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น



สำหรับ LIM EMS 3.0 หรือมากกว่า

Procedure GetStatus

- ตรวจสอบการให้บริการของ EMM

Procedure GetPageframe

- หาค่าเซกเมนต์ของ Page Frame

Procedure GetNumberOfPages

- หาจำนวนของ Pages ทั้งหมดและที่ยังว่างอยู่ใน EMS

Procedure AllocateHandleAndPages

- จอง Logical Pages และหา Handle ใน EMS

Procedure MapPage

- แม็บ Logical Page ใน Handle กับ Physical Page ใน Page Frame

Procedure ReleaseHandle

- ถอนการจอง Logical Pages และ Handle ใน EMS

Procedure GetVersion

- ตรวจสอบเวอร์ชันของ EMM

Procedure SavePageMap_30

- เก็บค่าใน Registers ซึ่งจะเก็บตำแหน่งของ Handle

Procedure RestorePageMap_30

- เรียกค่าใน Registers คืนซึ่งเก็บโดย Procedure SavePageMap_30

Procedure GetHandleCount

- ตรวจสอบจำนวน Handle ที่แอคทีฟ

Procedure GetHandlePages

- ตรวจสอบจำนวน Logical Pages ของ Handle

Procedure GetPagesForAllHandles

- ตรวจสอบจำนวน Logical Pages และ Handle

สำหรับ LIM EMS 3.2 หรือมากกว่า

Procedure SavePageMap

- เหมือน Procedure SavePageMap_30 แต่ใช้พอยน์เตอร์ชี้ Buffer แทน

Procedure RestorePageMap

- เรียกค่าในรีซิสเตอร์คืนซึ่งเก็บโดย Procedure SavePageMap

Procedure Save_RestorePageMap

- เก็บค่า Handle เดิม และเรียก Handle ใหม่

Procedure GetSizePageMap

- ตรวจสอบขนาด Buffer ที่ใช้เก็บรายละเอียดของการจัด Pages

ตัวแปรใน Unit ที่สำคัญ สรุปได้ดังนี้

EmmInstalled

รูปที่ 2 โปรแกรมตัวอย่างแสดงการใช้ยูนิต EMS32

```
Program Example;
Uses CRT,EMS32,GRAPH;
Type
  HandleRec = Record
                H : Word;
                P : Pointer;
              end;
  HandleArr = Array[1..10] of HandleRec;
Var
  gDriver,gMode : Integer;
  loop1,loop2   : Integer;
  storage       : HandleArr;

Function LargestBlock : Word;
Var
  y : Word;
Begin
  y := 0;
  While (y < GetMaxY) do
  Begin
    if (Imagesize (0,0,GetMaxX,y) = $FFFF) Then
    Begin
      LargestBlock := (y-1);
      Exit;
    end;
    Inc(y);
  end;
  LargestBlock := y;
end;

Procedure SwapGraph (toMem : Boolean);
Var
  blocks, size : Word;

  Procedure SwapToEms;
  Begin
    AllocateHandleAndPages ((blocks*4),storage[1].H);
    If (EmmError) Then Halt;
    storage[1].P := Ptr(EmmSeg,0);
    For loop1 := 1 to blocks do
    Begin
      For loop2 := 0 to 3 do
      Begin
        MapPage (loop2, ((loop1-1)*4)+loop2, storage[1].H);
        If (EmmError) Then Halt;
      End;
      GetImage (0, (loop1-1)*size, GetMaxX, loop1*size, storage[1].P^);
    End;
  End;

  Procedure SwapFromEms;
  Begin
    storage[1].P := Ptr(EmmSeg,0);
    For loop1 := 1 to blocks do
    Begin
      For loop2 := 0 to 3 do
      Begin
        MapPage (loop2, ((loop1-1)*4)+loop2, storage[1].H);
        If (EmmError) Then Halt;
      End;
      PutImage (0, (loop1-1)*size, storage[1].P^, normalPut);
    End;
    ReleaseHandle (storage[1].H);
    If (EmmError) Then Halt;
  End;

  Procedure SwapToRam;
  Begin
    For loop1 := 1 to blocks do
    Begin
      GetMem(storage[loop1].P, $FFFF);
      storage[loop1].H := $FFFF;
      If (storage[loop1].P = NIL) Then Halt;
      GetImage (0, (loop1-1)*size, GetMaxX, loop1*size, storage[loop1].P^);
    End;
  End;

  Procedure SwapFromRam;
  Begin
```

- มีค่า TRUE เมื่อ EMM driver ได้รับการติดตั้งแล้ว

EmmMaxAvail

- เป็นจำนวน 16k Pages ที่เหลืออยู่

EmmTotal

- เป็นจำนวน 16k Pages สูงสุดที่มีในฮาร์ดแวร์

EmmSeg

- เป็นค่าเซกเมนต์ของ Page Frame

EmmVer

- เป็นเวอร์ชันของ EMM โดยสี่บิตบนเป็นเลขหลัก และสี่บิตล่างเป็นจุดทศนิยม เช่น EMS V.3.2. จะมีค่า EmmVer เท่ากับ $32

การติดต่อกับหน่วยความจำ EMS ทำได้โดยการแม็บ Logical Page ที่ต้องการกับ Physical Page จากนั้นก็เพียงติดต่อกับ Physical Page ไม่ว่าจะเขียนหรืออ่าน ก็เสมือนได้กระทำกับ Logical Page นั้น โดย EMM จะจัดการให้โดยอัตโนมัติ

ในที่นี้ จะขอยกโปรแกรมตัวอย่างในรูปที่ 2 โดยสมมุติว่า กำลังอยู่ในกราฟิกโหมด และต้องการกลับไปสู่เท็กซ์โหมด โดยจะเก็บจอภาพไว้ใน EMS และกลับมาอยู่ในกราฟิกโหมด โดยเรียกข้อมูลจอภาพออกมาจาก EMS โปรแกรมจะเข้าสู่กราฟิกโหมด อย่าลืมว่าจะต้องมีไฟล์ BGI ของจอภาพที่ใช้อยู่ โปรแกรมจะวาด Pattern บนจอภาพ และเก็บข้อมูลจอภาพไว้ใน EMS เมื่อกดแป้น <ENTER> โปรแกรมจะเข้าสู่เท็กซ์โหมดแสดงข้อมูลรายละเอียด

```
    For loop1 := 1 to blocks do
    Begin
      PutImage (0, (loop1-1)*size, storage[loop1].P^, normalPut);
      FreeMem(storage[loop1].P,$FFFF);
    End;
  End;

Begin
  size := LargestBlock;
  blocks := GetMaxY div size;
  If ((GetMaxY mod size) > 0) Then Inc(blocks);
  If (EmmInstalled) and (EmmMaxAvail >= (blocks*4)) Then
     If (toMem) Then
        SwapToEms
     Else
        SwapFromEms
  Else
     If (toMem) Then
        SwapToRam
     Else
        SwapFromRam;
End;

Procedure DisplayEmmInfo;
Var
  tmpTotal, tmpUnAlloc : Word;
Begin
  GetNumberOfPages (tmpTotal,tmpUnAlloc);
  Writeln('The graphic image has been swapped to memory.');
  If (EmmInstalled) Then
     Writeln('There are ',tmpUnAlloc,' pages of EMS left.');
  If (storage[1].H <> $FFFF) Then
  Begin
    GetHandlePages (storage[1].H, tmpTotal);
    Write('There were ', tmpTotal,' pages allocated to');
    Writeln('store the screen with.');
  End;
End;

Begin
  Clrscr;
  If (EmmInstalled) Then
  Begin
    Writeln( LongInt(EmmTotal)*16,'k of EMS total on this system.');
    Writeln( EmmMaxAvail,' pages available. (',LongInt(EmmMaxAvail)*16,'k).');
    Readln;
  End;
  qDriver := Detect;
  InitGraph(gDriver, gMode, '');
  If (GraphResult <> grOk) Then Halt;
  if GetMaxColor > 1 Then
     SetFillStyle(8,2)
  Else
     SetFillStyle(8,1);
  FloodFill(0,0,1);
  SwapGraph(TRUE);
  Readln;
  RestoreCrtMode;
  If (EmmInstalled) Then
     DisplayEmmInfo
  Else
     Writeln('The image has been swapped to RAM.');
  Readln;
  SetGraphMode(gMode);
  SwapGraph(FALSE);
  Readln;
  CloseGraph;
end.
```

■

รูปที่ 2 (ต่อ)

ของ EMS และเมื่อกดแป้น <ENTER> อีกครั้ง โปรแกรมจะกลับเข้าสู่กราฟิก-โหมด และเรียกข้อมูลจอภาพจาก EMS มาแสดง ในกรณีที่ไม่มี EMS หรือมีจำหนวน Pages ไม่เพียงพอ โปรแกรมจะเก็บข้อมูลจอภาพไว้ใน RAM แทน ผู้เขียนหวังว่าผู้อ่านคงทำความเข้าใจกับโปรแกรมได้ไม่ยาก

การใช้ EMS ไม่เพียงแต่จะใช้เก็บข้อมูลเท่านั้น ยังสามารถนำมาเก็บ Code, Overlay, Resident Program และอื่น ๆ ได้อีก ผู้เขียนหวังว่าโปรแกรมดังกล่าวจะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านในการนำไปประยุกต์ใช้ในงานของทุกท่าน...สวัสดีครับ